

Analiza drgań podczas toczenia węglików spiekanych napawanych laserowo

Analysis of vibrations during turning laser clad sintered carbides

PIOTR KIERUJ
DAMIAN PRZESTACKI
TADEUSZ CHWALCZUK*

DOI: 10.17814/mechanik.2016.8-9.275

Przedstawiono wyniki pomiarów drgań podczas toczenia wzdłużnego węglików spiekanych wykonanych w technologii napawania laserowego. Uwzględniono wartości chwilowe oraz skuteczne przyspieszeń drgań podczas skrawania. Pomiar drgań wykonywano podczas skrawania konwencjonalnego oraz ze wspomaganie laserowym.

SŁOWA KLUCZOWE: toczenie wzdłużne, drgania, węgliki spiekane, napawanie laserowe, obróbka wspomaganą laserowo

In this thesis, the results of vibration measurements during longitudinal turning sintered carbides made in laser cladding technology are presented. In the research, RMS values and instantaneous values of vibration acceleration analysis were analyzed. Vibration measurements during conventional turning and laser assisted machining were carry out.

KEYWORDS: longitudinal turning, vibration, sintered carbide, laser cladding, laser assisted machining

Węgliki spiekane są wykorzystywane jako materiał narzędziowy od lat dwudziestych XX w. Najszerze zastosowanie znalazły w produkcji narzędzi przeznaczonych do skrawania stopów metali, wypierając w znacznym stopniu stale szybko tnące. Postęp technologiczny i rozwój technologii laserowych pozwoliły na wykonywanie warstw z węglików w procesie napawania laserowego [4]. Spiekanie, a więc proces, który umożliwia uzyskiwanie tak istotnych cech gotowego wyrobu z węglików spiekanych, jak twardość i odporność na ścieranie, odbywa się na skutek oddziaływania energii promieniowania lasera i topienia materiału napawanego, będącego mieszaniną węglików i metalicznej osnowy w postaci proszku [2].

Opanowanie technologii napawania laserowego pozwoliło na zastosowanie węglików spiekanych jako materiału konstrukcyjnego, przyczyniającego się do poprawy właściwości fizycznych i wytrzymałościowych współpracujących powierzchni [3]. Te elementy wymagają często zabiegów obróbki dokładnej w celu uzyskania odpowiedniej jakości powierzchni obrobionej i tolerancji wymiarowej. Obróbka skrawaniem przedmiotów z nałożonymi warstwami z węglików spiekanych jest bardzo skomplikowana z powodu ich dużej twardości i trudnej ścierności. Obecnie szlifowanie ściernicami diamentowymi jest najbardziej rozpowszechnionym sposobem wykonywania precyzyjnych elementów konstrukcyjnych, lecz przy stosunkowo wysokich kosztach.

Doskonalenie przebiegu procesów obróbki wiórowej ma na celu zwiększenie ich efektywności. Jednym z rozwiązań, które umożliwią poprawę produktywności i skrawalności materiałów powszechnie uważanych za trudno skrawalne, jest obróbka ze wspomaganie laserowym [5, 6].

Dokładność wymiarów uzyskiwanych po obróbce zależy od zjawisk dynamicznych, które są wynikiem wzajemnego siłowego oddziaływania narzędzia skrawającego i przedmiotu obrabianego [2]. Drgania podczas obróbki skrawaniem są wywoływane przez wiele czynników, do których można zaliczyć: dużą twardość materiału obrabianego, długi wysięg narzędzia, zbyt małą wartość posuwu, a także zbyt małą lub zbyt dużą głębokość skrawania [1]. Duże siły skrawania występujące podczas toczenia węglików spiekanych potęgują intensywność drgań, co wpływa na chropowatość powierzchni obrobionej, trwałość ostrzy oraz długoterminowo – na stan obrabiarki. W niniejszej pracy przedstawiono analizę drgań pojawiających się podczas toczenia konwencjonalnego oraz z zastosowaniem laserowego wspomaganie skrawania podczas toczenia.

Warunki i metodyka badań

Badania obejmowały pomiary wartości skutecznych przyspieszeń drgań A_{RMS} w dwóch kierunkach: głównym i podporowym, podczas toczenia wzdłużnego. Pomiary wykonywano z wykorzystaniem toru pomiarowego składającego się kolejno z: trójskładowego piezoelektrycznego czujnika drgań, wzmacniacza ładunku, przetwornika A/C i komputera wraz z oprogramowaniem Analizator. Sygnały rejestrowano w dziedzinie czasu. Akcelerometr był zamocowany z zastosowaniem śruby dociskowej do oprawki narzędziowej noża tokarskiego z uchwytem VDI 30.

Narzędziem skrawającym był nóż tokarski składany PSBNL2020K12 z płytkami SNGA120408 z ostrzami skrawającymi wykonanymi z regularnego azotku boru w gatunku KB9610 pokrytymi powłoką $TiN/Al_2O_3/TiCN$.

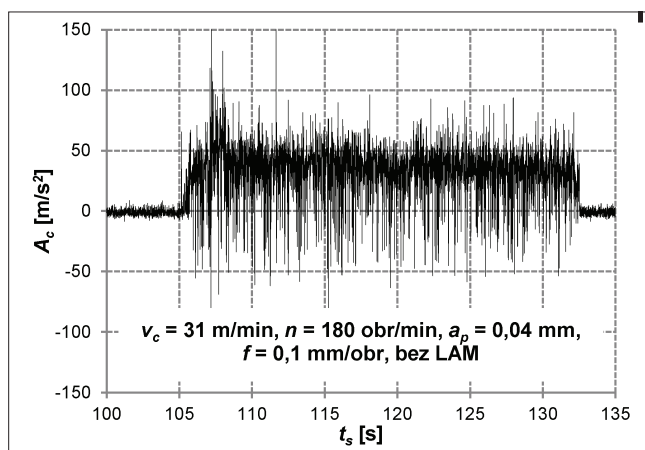
Materiałem obrabianym był węgiel wolframu WC (88%) na osnowie niklowej Ni (12%). Próbkę wstępnie toczono w celu zniwelowania bicia promieniowego, które ma wpływ na uzyskiwane wartości przyspieszeń drgań. Średnica przedmiotu obrabianego przygotowanego do badań wynosiła 55 mm wraz z warstwą o grubości 2,5 mm napawaną na wałek ze stali konstrukcyjnej. Parametry stosowane w badaniach: prędkość skrawania $v_c = 31$ m/min, posuw $f = 0,1$ mm/obr, głębokość skrawania $a_p = 0,04$ mm.

* Mgr inż. Piotr Kieruj (piotr.a.kieruj@doctorate.put.poznan.pl), dr inż. Damian Przystacki (damian.przystacki@put.poznan.pl), mgr inż. Tadeusz Chwalczuk (tadeusz.chwalczuk@put.poznan.pl) – Politechnika Poznańska

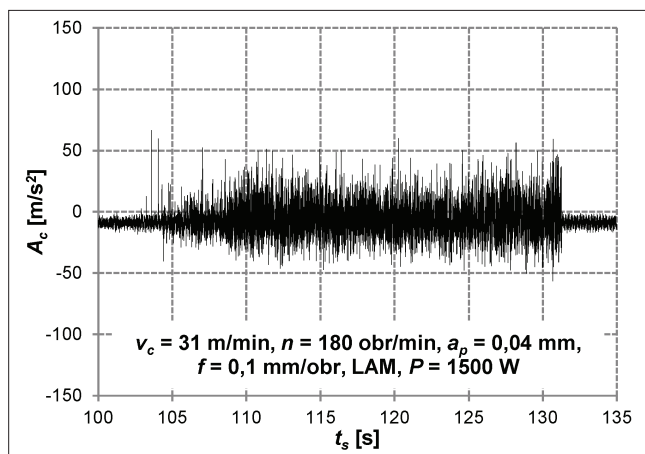
Obróbkę realizowano na tokarce sterowanej numerycznie DMG Mori Seiki CTX 310 Ecoline z zastosowaniem lasera diodowego Trumpf TruDiode 3006 o mocy 3 kW. W przypadku obróbki hybrydowej moc wiązki ustalono na poziomie 1500 W, a średnica wiązki padającej na powierzchnię przedmiotu obrabianego wynosiła 1 mm.

Wyniki badań

Na rys. 1 i 2 przedstawiono przebiegi czasowe wartości chwilowych przyspieszeń drgań w kierunku głównym A_c dla obróbki bez wspomaganie laserowego i z zastosowaniem obróbki hybrydowej. Wykresy różnią się zarówno charakterem przebiegu, jak i poziomem drgań. Ponadto dla obróbki konwencjonalnej wartość międzyszczytowa jest ponad dwukrotnie większa. Obróbka wspomaganie laserowo charakteryzuje się mniejszymi amplitudami drgań.



Rys. 1. Wartości chwilowe drgań A_c bez LAM

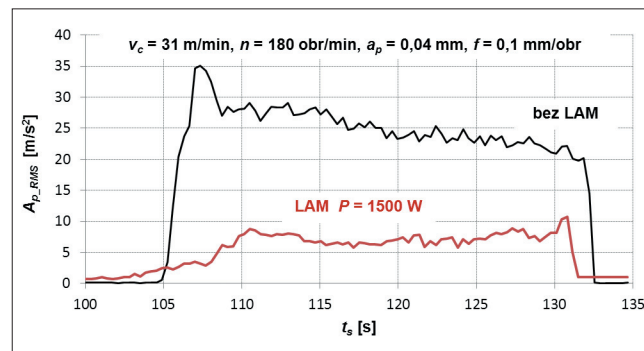


Rys. 2. Wartości chwilowe drgań A_c z zastosowaniem LAM

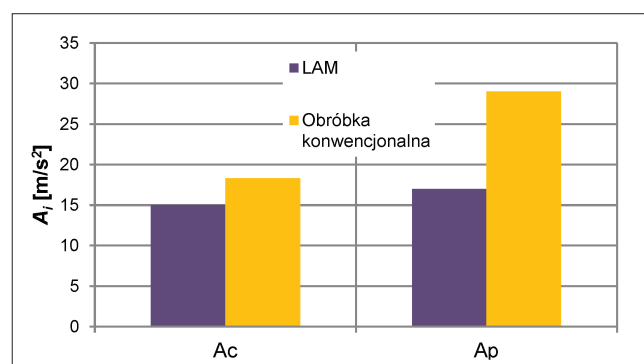
Przykładowo: dla kierunku odporowego sporządzono wykresy wartości skutecznych A_{p_RMS} obliczonych dla odcinków czasu o wartości 0,35 s (rys. 3). Analogicznie do kierunku obwodowego, zauważono pozytywny wpływ obróbki wspomaganie laserowo, który wyrażał się w postaci znacząco mniejszych wartości skutecznych przyspieszeń drgań. Na rys. 3 widoczne jest zmniejszenie się wartości przyspieszeń drgań wraz z czasem skrawania, co może być spowodowane zmianą geometrii ostrza w związku z cofnięciem się naroża i zmianą promienia zaokrąglenia krawędzi skrawającej.

Zestawienie obliczonych wartości skutecznych przyspieszeń drgań dla całego okresu skrawania przedstawiono na rys. 4. Dla kierunku głównego dzięki LAM uzyskano

wartości A_{c_RMS} o 3 m/s^2 mniejsze w porównaniu z obróbką bez wspomaganie, a dla kierunku odporowego A_{p_RMS} – o 12 m/s^2 .



Rys. 3. Wartości $RMS A_p$ dla toczenia konwencjonalnego oraz z zastosowaniem LAM



Rys. 4. Porównanie wartości RMS dla różnych kierunków w zależności od rodzaju obróbki

Wnioski

Podczas obróbki wspomaganie laserowo wartości przyspieszeń drgań są mniejsze niż podczas obróbki konwencjonalnej. Biorąc pod uwagę wartości skuteczne drgań, uzyskano odpowiednio: spadek wartości RMS o 18% w kierunku obwodowym A_c oraz obniżenie wartości RMS o 44% w kierunku odporowym A_p .

Otrzymane wyniki potwierdzają zasadność stosowania LAM w celu obniżenia amplitudy drgań.

Badania wykonano w ramach projektu „LIDER V” współfinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, umowa nr LIDER/005/141/L-5/NCBR/2014. Tytuł projektu: „Laserowe wspomaganie toczenia węglików spiekanych napawanych laserowo”.

LITERATURA

1. Twardowski P. „Wybrane aspekty frezowania w warunkach HSM za hartowanych stali”. Rozprawy. Nr 479. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2012.
2. Twardowski P., Wojciechowski S. „Skrawalność w procesie frezowania twardych napoin z węgla wolframu”. *Mechanik*. Nr 12 (2010).
3. Si Song-hua, Yuan Xiao-min, Liu Yue-long, He Yi-zhu, Keesam Shin. “Effect of Laser Power on Microstructure and Wear Resistance of WCp/Ni Cermet Coating”. *Journal of Iron and Steel Research*. Vol. 13, No. 3 (2006): pp. 74-78.
4. Shengfeng Zhou, Yongjun Huang, Xiaoyan Zeng. “A study of Ni-based WC composite coatings by laser induction hybrid rapid cladding with elliptical spot”. *Applied Surface Science*. 254 (2008): pp. 3110-3119.
5. Przystacki D. “Conventional and laser assisted machining of composite A359/20SiCp”. *Procedia CIRP*. Vol. 14 (2014): pp. 229-233.
6. Venkatesan K., Ramanujam R., Kuppam P. “Laser Assisted Machining of difficult to cut materials: Research Opportunities and Future Directions – A comprehensive review”. *Procedia Engineering*. 97 (2014): pp. 1626-1636. ■